

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-158314

(43)Date of publication of application : 07.06.1994

(51)Int.Cl.

C23C 14/50  
H01L 21/203  
H01L 21/26  
H01L 21/302  
H01L 21/316

(21)Application number : 04-313079

(22)Date of filing : 24.11.1992

(71)Applicant : HITACHI LTD

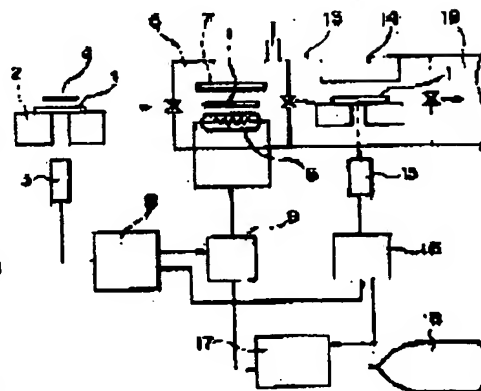
(72)Inventor : SHIDA HIROYUKI  
MATSUBARA SUNAO  
YAMAMOTO MASASHI  
TANIGAKI YUKIO  
KOBAYASHI HIDE  
SHIMAMURA HIDEAKI  
YONEOKA YUJI  
OKAMOTO AKIRA

### (54) VACUUM TREATMENT DEVICE AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a vacuum treatment technique capable of improving temp. control characteristic at the time of heating a substrate, such as a wafer, by a lamp heater in a vacuum.

**CONSTITUTION:** The vacuum treatment device is provide with an infrared radiation thermometer 15 measuring temp. of the wafer 1 under vacuum treatment, a lamp heater 6 heating the wafer 1, a mean for measuring an infrared emissivity of the wafer 1, a mean for correcting the infrared radiation thermometer 15 based on the infrared emissivity and a mean for setting a heating condition of the lamp heater 6 based on the infrared emissivrtty. According to the heating condition, the wafer 1 is preliminarily heated and then the prescribed vaccum treatment of the wafer 1 is executed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

## Searching PAJ

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-158314

(43)公開日 平成6年(1994)6月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/50		8520-4K		
H 0 1 L 21/203	S	8422-4M		
21/26	L	8817-4M		
21/302	E	9277-4M		
21/316	Y	7352-4M		

審査請求 未請求 請求項の数10(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-313079

(22)出願日 平成4年(1992)11月24日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 志田 啓之

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 松原 直

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 山本 正志

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所武蔵工場内

(74)代理人 弁理士 筒井 大和

最終頁に続く

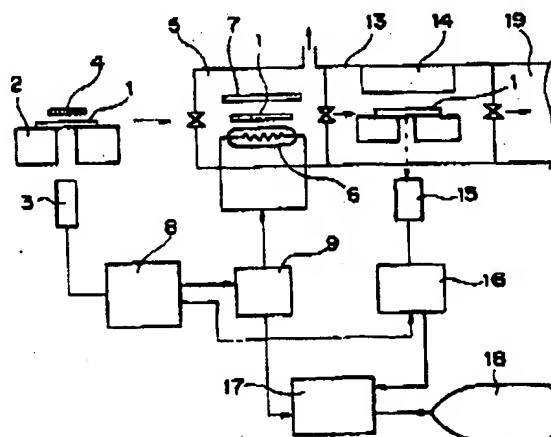
(54)【発明の名称】 真空処理装置および方法

(57)【要約】

【目的】 ランプヒータによってウエハ等の基体を真空中で加熱する場合の温度制御性を改善することのできる真空処理技術を提供する。

【構成】 真空処理中のウエハ1の温度を測定する赤外線放射温度計15と、ウエハ1を加熱するランプヒータ6と、ウエハ1の赤外線放射率を測定する手段と、この赤外線放射率に基づいて赤外線放射温度計15の校正を行う手段と、前記赤外線放射率に基づいてランプヒータ6の加熱条件を設定する手段とを備え、この加熱条件に従って予めウエハ1を加熱した後、ウエハ1に対して所定の真空処理を施す真空処理装置である。

図1



- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1: ウエハ        | 16: 赤外線放射温度計 |
| 2: 加熱ステージ     | 18: 制御機構     |
| 3: 赤外線放射温度計   | 17: 比較機構     |
| 6: ランプヒータ     |              |
| 8: ランプヒータ制御電源 |              |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空処理中の基体の温度を測定する手段としての1乃至複数の赤外線放射温度計と、前記基体を加熱するランプと、前記基体の赤外線放射率を測定する手段と、前記赤外線放射率に基づいて前記赤外線放射温度計の校正を行う手段と、前記赤外線放射率に基づいて前記ランプの加熱条件を設定する手段とを備えていることを特徴とする真空処理装置。

【請求項2】 前記基体の赤外線放射率を測定する手段は、前記基体を所望の温度に保持する加熱手段と、前記基体の表面側に設置された赤外線放射温度計と、前記基体の表面側に設置された鏡面反射体からなることを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【請求項3】 前記ランプの加熱条件による前記基体の加熱結果を知り、前記加熱条件が適正かどうかを判定する手段を備えていることを特徴とする請求項1または2記載の真空処理装置。

【請求項4】 真空処理中の基体の温度を測定する手段としての1乃至複数の赤外線放射温度計と、前記基体を加熱するランプと、前記基体の赤外線放射率を測定する手段と、前記赤外線放射率に基づいて前記赤外線放射温度計の校正を行う手段と、前記ランプの放射波長における前記基体の赤外線放射率を測定し、これに基づいて前記基体の加熱条件を設定する手段とを備えていることを特徴とする真空処理装置。

【請求項5】 基体を処理する複数の真空槽と、前記複数の真空槽に前記基体を搬送する基体搬送手段を備えた真空搬送室と、前記複数の真空槽のうち少なくとも2以上の真空槽に設置された赤外線放射温度計とを備え、前記赤外線放射温度計は、少なくとも1つの真空処理の間の前記基体の温度を測定するものと、前記赤外線放射温度計が設置されている真空槽とは異なる真空槽での真空処理の前または後もしくは前後両方における前記基体の温度を測定するものとからなることを特徴とする真空処理装置。

【請求項6】 前記真空処理の前または後もしくは前後両方における前記基体の温度を測定する赤外線放射温度計のうち、少なくとも1つは前記真空搬送室に設置されていることを特徴とする請求項5記載の真空処理装置。

【請求項7】 真空処理の間の基体の温度を測定する赤外線放射温度計の指示値と、前記赤外線放射温度計が設置されている真空槽とは異なる真空槽での真空処理の前または後もしくは前後両方における前記基体の温度を測定する赤外線放射温度計の指示値とを相互に比較する機構と、この比較結果を外部に報ずる機構とを備えていることを特徴とする請求項5または6記載の真空処理装置。

【請求項8】 基体搬送手段を備えた搬送用真空槽を複数備え、これら搬送用真空槽のそれぞれに備えられた赤外線放射温度計によって、少なくとも1つの当該搬送用

真空槽の内部で当該搬送用真空槽に接する様に配された複数の真空処理槽での真空処理を行う前後の基体の温度を測定し、これと前記赤外線放射温度計によって前記基体の温度を測定した結果を比較することにより、前記赤外線放射温度計相互の動作状況を確証する機構を備えていることを特徴とする真空処理装置。

【請求項9】 予め基体の赤外線放射率を測定すると共に、前記赤外線放射率に基づいて前記基体の加熱条件を設定し、前記加熱条件に従って前記基体を加熱した後、前記基体に対して所定の真空処理を施すことを特徴とする真空処理方法。

【請求項10】 前記真空処理は、前記基体の表面への薄膜の形成または前記薄膜のエッチングであることを特徴とする請求項9記載の真空処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、真空処理技術に関し、特に、真空処理中の基体の温度制御性を向上することのできる真空処理技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 マイクロエレクトロニクス製品等の製造プロセスの一つである薄膜の形成プロセスやその加工プロセスにおいて、薄膜乃至はそれが形成される基体の温度は、薄膜の特性や厚さを制御する上での重要なパラメータである。しかし、薄膜の形成やその加工を真空中で行う場合は、基体の加熱手段や温度測定手段に種々の問題が生じる。

【0003】 以下、本願の趣旨に沿い、特に半導体ウエハを対象とした従来技術について、ランプによる加熱とウエハ温度の測定とについて説明する。さらに、このような従来技術を背景とした電子部品の製造に用いられる薄膜の形成プロセス、とりわけLSI用の配線膜の形成プロセスに関する従来技術についても説明する。

【0004】 ハロゲンランプ等のランプヒータによる加熱は、ランプヒータが安価で、かつ真空槽内への設置も容易であることから、真空処理装置内での基体の加熱手段として広く利用されている。

【0005】 しかし、真空中で扱う基体がウエハである場合には、ウエハが一般のハロゲンランプに対しては、かなり広い波長範囲においてほぼ透明であるため、ウエハの表面に形成された薄膜等の特性や、ウエハに導入された不純物の種類、濃度等によって熱の吸収特性が大きく変動し、加熱特性がウエハによって大幅に異なってくる。

【0006】 従って、ランプ加熱は簡便ではあるが、ウエハの加熱処理において少しでも加熱温度を制御したい場合でウエハの種類または状態が一定しない時には、殆どその役に立たないのが現状である。

【0007】 ランプヒータによるウエハ加熱の一番多い適用例として、真空処理装置にウエハが導入された時に

ウエハに吸着した水蒸気を除去するために行われる、一般にベーキングと呼ばれる加熱処理がある。

【0008】水蒸気を除去するためのベーキング処理は、例えば300℃から400℃程度の温度で1分間の加熱といった幅の広い条件で行われるのが普通であるため、ランプ加熱のような簡便な加熱機構が好適である。

【0009】他方、真空中で基体の温度を測定する温度計には種々の方式があるが、ウエハを1枚1枚別々に処理する枚板式真空処理装置では、装置内部でウエハの搬送を行うために、ウエハに非接触で温度測定を行うことのできる方法が望ましく、この点から赤外線放射温度計を使用することが多い。

【0010】ところが、赤外線放射温度計の最大の欠点は、温度測定の対象となる基体に対して予め放射率の校正を行わなければならないことで、このため、各基体に対して校正を行う校正器を真空処理装置に組込む等の必要が生じる。

【0011】また、一般に赤外線放射温度計は、大気圧雰囲気中に設置されるため、真空中の基体の温度測定を行う時は、赤外線を透過する適当な材料で構成された窓を通じて行う。従って、真空処理装置の真空シール等の構造が複雑化する。

【0012】このように、温度計自体の価格に加えて、その表示計、制御系等を設置する費用を考慮すると、真空処理装置に基体の温度を正確に測定する温度計を設置することは、装置価格を引上げ、ひいては製造された電子部品の価格をも引き上げる虞れがある。

【0013】赤外線放射温度計は、前述のように真空中には直接取り付けることができないので、赤外線を透過する窓材を用いた観測窓を通じて測定を行うが、例えば当該真空処理装置が成膜装置である場合には、長い稼働時間のうちにこの窓材に膜の一部が付着したりして表面が汚れる場合がある。すると、目的とする赤外線波長での透過率が低下するために、正確な温度測定を行うことができなくなる。

【0014】このように汚れが発生し、測定に不具合の生ずることは、温度計を監視しているだけでは知ることができない。また、窓の汚れ以外にも温度計そのものが故障した場合であっても、これを知することは必ずしも容易でない場合がある。

【0015】電子部品には薄膜を用いたものが多くある。なかでも代表的なものはLSI等の半導体装置である。例えばLSIに用いる配線膜について説明すると、Al等の金属材料をスパッタリング法等でウエハに厚さ1μm程度の薄膜として形成しているが、この際の最も重要なプロセス条件として、成膜中のウエハ温度が挙げられる。

【0016】一般に配線膜としてAl等の金属薄膜を形成する際には、ウエハの温度を200℃程度に加熱しておくとい良い結果の得られることが知られている。これ

は、金属薄膜の結晶粒がある程度以上の大きさに成長することで、配線膜としての信頼性が確保されるからである。

【0017】このため、成膜プロセスでは予めウエハを加熱し、適正な温度にしてから成膜を開始しているが、前述したように、このウエハの加熱手段には非常にしばしばランプヒータが使用されているので、ウエハの特性によって加熱温度が一定しないという問題が生じている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ランプヒータによってウエハ等の基体を真空中で加熱する場合の温度制御性を改善した手段を備えた真空処理装置を提供することを目的の一つとしている。

【0019】ランプヒータをウエハの加熱に用いた場合の制御性を低さという従来技術の欠点の解決策を考えた場合、加熱中のウエハ温度をリアルタイムで測定することが最も分かりやすいものではある。しかしながら、例えばその温度計が赤外線放射温度計である場合は、温度計にランプヒータからの輝度の高い光が迷光として回り込むために、本来的に測定が困難になるという問題がある。

【0020】また、よしんばこのような温度計を迷光からの影響を排除して取り付ける技術が適用できたとしても、温度計の数が増えることや、迷光を遮断する機構等のために折角のランプ加熱の簡便さが失われてしまう。

【0021】また、ランプ加熱を行う前にウエハの吸収特性を調べる際は、これを簡便な技術で行う必要がある。ウエハの吸収特性を調べるために装置自身の価格が大きくなるような装置を付加するのであれば、前述したランプヒータの簡便さが損なわれてしまう。従って、ランプヒータの加熱手段としての簡便さを損なわずに温度をウエハの特性に合わせて調整できる技術が必要となる。

【0022】本発明の他の目的は、上記した簡易で精度の高いランプ加熱による工程を有する、生産性の高い、かつ良好な品質を得ることのできる好適なウエハ等の真空処理方法、例えばスパッタリング法による成膜等の方法を提供することにある。

【0023】本発明のさらに他の目的は、真空処理として上記した簡易で精度の高いランプ加熱を行い、次いで配線膜の形成を行うことにより、良好な特性を有する半導体素子および半導体装置を提供することにある。

【0024】スパッタリング装置等で成膜中のウエハの温度を測定する時は、膜を形成する工程であるために、前述した窓材を汚さないような万全の処置を講じる必要がある。また、たとえエッチング装置であっても、反応ガスとエッチングのプロセス条件によっては、真空槽の一部に成膜が起こることがある。

【0025】成膜中のウエハの裏面を赤外線放射温度計

によって観察する場合で、ウェハが基台に密着して載置され、この基台の中央に赤外線放射温度計の観察孔がある場合を考えると、上記したウェハの密着が良好であれば、成膜中の観察孔に成膜粒子が紛れ込み、観察窓材を汚すことはない筈であるが、密着度合いの不具合等によって、徐々にではあるが観察窓材の汚れが進行することがある。

【0026】このような窓材の汚れ、損傷等を防ぐ技術も大切であるが、一方でそのような不具合が発生したことを的確に知る技術も同様に必要である。また、温度計そのものに故障が発生した場合でもそのことを的確に知り、不正確な温度測定に起因する不良品の発生を防ぐ技術が必要である。本発明は、このような技術を提供することにある。

【0027】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0028】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0029】本発明の真空処理装置は、真空処理中の基体の温度を測定する手段としての1乃至複数の赤外線放射温度計と、前記基体を加熱するランプと、前記基体の赤外線放射率を測定する手段と、前記赤外線放射率に基づいて前記赤外線放射温度計の校正を行う手段と、前記赤外線放射率に基づいて前記ランプの加熱条件を設定する手段とを備えている。

【0030】真空処理装置内でウェハ等の基体の温度を測定するには、当然のことであるが非接触の測定方法が望ましい。このような方法で唯一実用的なものとして、赤外線放射温度計を用いた測定方法がある。

【0031】赤外線放射温度計の真空処理装置への適用例については、本発明者等による特開平3-232968号公報に詳細に述べられているが、何れにしても基体の赤外線放射特性が1つ1つ異なることがあるために、各基体の放射特性を何らかの方法によって知り、この値に合わせて赤外線放射温度計に付属している（被測定物体の）放射率の設定を行う作業が必要である。この作業を以下放射率の校正という。

【0032】前述したように、この放射率の校正を行わなければならないのが赤外線放射温度計の最大の欠点であり、対象とする物体の特性によっては校正が難しい場合もある。何れにしても、基体の非接触温度測定のために赤外線放射温度計を備えた装置であれば、必ず基体の放射率を知る手段が備わっている。

【0033】ところで、物体の放射率は、逆にその物体の吸収率でもあることが知られている。そこで、この放射率を利用し、ランプヒータの加熱条件（加熱電力または加熱時間）を予め設定することにより、ランプ加熱の

温度制御性を向上させることができる。

【0034】すなわち、放射率の高いウェハでは高い吸収率が期待できるために、加熱電力を小さく、または加熱時間を短く設定し、逆に放射率の小さなウェハに対しては低い吸収率が予想されるために、加熱電力を大きく、または加熱時間を長く設定する等の処置を講ずる。このようにすれば、ランプ加熱の簡便さを損なわずに精度の良い加熱を実施することができる。

【0035】複数の温度計を備えた真空処理装置にあっては、たとえランプ加熱を行う場所に基体の温度計が設置されていなくとも、そこから温度計が設置されている他の場所まで基体を搬送する時間を予め知っておき、加熱終了後の温度降下を算定することにより、加熱が適正に行われたか否かを監視することからできる。

【0036】一般に複数の赤外線放射温度計を備えた装置では、二箇所以上の場所に設置した温度計で基体の温度を測定し、これが合理的な関係になっているかを監視することによって、温度計の正常な動作を監視することができ。

【0037】搬送のための真空槽と、この搬送のための真空槽から各真空処理のための処理槽に基体を搬送するような装置構成が互いに連絡されている装置構成において、この搬送のための真空槽に温度計を1つ以上設置し、真空処理室に当該基体を搬入する前と、当該処理が終了して基体を当該処理槽から搬出した時に基体の温度を測定することにより、温度計の設定数を最低では搬送のための真空槽それぞれに1つずつとし、温度計の数を節約することができる。

【0038】このように、簡便なランプ加熱を用いて成膜を行う前にウェハ等の基体に適当な加熱を行うようにすることで、良好な特性を有する半導体装置を製造することができる。

【0039】

【作用】前述したように、基体の非接触温度測定のために赤外線放射温度計を備えた装置であれば、必ず放射率を知る手段が備わっている。従って、基体の放射率を知ることによって予めランプヒータの加熱電力や加熱時間を設定することができる。

【0040】すなわち、放射率の高いウェハでは高い吸収率が期待できるために、加熱電力を小さく、または加熱時間を短く設定し、逆に放射率の小さなウェハに対しては低い吸収率が予想されるために、加熱電力を大きく、または加熱時間を長く設定する等の制御を行う。このようにして、ランプ加熱の簡便さを損なわずに精度の良い加熱を実施することができる。

【0041】従って、赤外線放射温度計の校正を行うための手段が基体のランプ加熱による吸収特性を予想するための情報を提供する。これから予め基体の放射率に対して実験的に求めたランプヒータの運転条件を調べ、適正なランプヒータによる加熱条件をランプヒータに対し

て設定する。

【0042】真空処理装置において温度計相互の監視を行うやり方としては、必ず基体の温度の上昇乃至は下降があるため、複数の温度計相互の結果を直ちに比較判定することはできない。

【0043】このため、複数の温度計による測定の間、基体にどのような温度履歴が発生したかを知り、特に搬送中の自然放冷については、これによる温度降下を算出し、複数の温度計相互での測定結果の合理性を比較する機構が必要である。

【0044】真空処理として、例えば成膜前または成膜中の基体の温度は、品質上の重要なパラメータである。基体のランプ加熱に際しての昇温特性にかかわらず良好な再現性を持ったランプ加熱を行うことにより、薄膜の真空処理プロセスの品質を良好に確保することができる。

【0045】

【実施例1】図1は、本発明の実施例1である真空処理装置の構成図である。本実施例では、真空処理装置として、スパッタリング装置を例にとりて説明する。

【0046】基体であるウエハ1は、まず熱容量の大きい加熱ステージ2に載置され、校正を行うために赤外線放射率が測定される。ウエハ1の赤外線放射率を測定するには、加熱ステージ2上でウエハ1を予め設定した温度（本実施例では200℃）まで加熱し、その時の放射エネルギーを赤外線放射温度計3で測定する。この時、ウエハ1は真空チャック（図示せず）を使って加熱ステージ2と熱的に良好な接触を保ち、正確な温度に加熱されるようにする。

【0047】上記放射エネルギーの測定は、ウエハ1が赤外線の広い波長領域ではほぼ透明であることを考慮して、ウエハ1の上方に赤外線を反射する反射体4を向かい合わせに配置し、ウエハ1の裏面側に赤外線放射温度計3を配置して行う。また、本実施例では放射エネルギーの測定をArなどの不活性ガス雰囲気中で行う。

【0048】なお、上記の説明では放射エネルギーの測定を200℃で行うものとしたが、ウエハプロセス上必要とされる加熱工程以外では、できうる限りウエハ1を加熱しないことがLSI製品の特長変動要因を排除する観点から有利である。従って、放射エネルギーの測定は環境温度（例えば室温）で行ってもよい。

【0049】次に、ウエハ1は図示しない搬送手段によって第1の真空槽5に搬入され、ランプ加熱を受ける。この真空槽5の内部は、図示しない適当な真空排気手段によって真空排気されている。

【0050】上記真空槽5内のウエハ1の裏面側には、加熱用のランプヒータ6が配置されている。また、ウエハ1の上方には、前記放射エネルギーの測定時に用いた反射体4と同様の反射体7がウエハ1と同かい合わせに配置されている。ただし、この反射体7は、良好な加熱

分布を得るためにウエハ1全体をカバーできる大きさを有している。このように、真空槽5内では、放射エネルギーを測定した時と同じ条件でランプヒータ6によるウエハ1の加熱を行う。

【0051】次に、上記ランプヒータ6の制御方法を説明する。

【0052】前記放射エネルギーの測定時に用いた赤外線放射温度計3の出力は、放射率演算回路8に導かれ、ここで赤外線放射率が算出される。また、放射率演算回路8から出力された赤外線放射率は、ランプヒータ制御電源9に導かれる。

【0053】図2の縦軸は、ランプヒータ6の印加電力を2kW一定とした時の加熱時間であり、横軸は前述した方法によって知り得たウエハ1の赤外線放射率である。ランプヒータ制御電源9では、放射率を受け取ると図2に示す曲線の関係に従い、ランプヒータ6に投入する電力を一定にした場合の設定温度に到達させるまでの加熱時間を定めるようにした。

【0054】すなわち、ウエハ1が高い放射率を持つ場合には、加熱電力を小さく、または加熱時間を短く設定する。本発明者等が行った実験では、加熱目標温度を350℃とし、ランプヒータ6への印加電力を2kWにして1分間の加熱を行い、その後加熱電源を遮断するようにした。

【0055】なお、上記の説明では加熱時間をパラメータとしたが、加熱時間を一定にした上で加熱電力を制御したり、加熱時間および加熱電力を共に制御したりすることによっても、ランプヒータ6によるウエハ1の温度制御は可能である。

【0056】図2に示す関係は、赤外線放射率を測定する光学系や温度計等によって値が異なる場合があり、また加熱に必要な電力もランプヒータ6の幾何学的な関係等によって値が大きく異なる。さらに、ランプヒータ6への投入電力によってランプヒータ6からの輻射波長特性も変化し、ウエハ1による吸収特性にも変動が生じる。従って、図2に示す関係は実験的に定める必要がある。

【0057】図1に示す装置構成においては、ウエハ1の連続処理が可能である。例えば2番目に投入したウエハ1が赤外線放射率の測定を受けている時には、1番目のウエハ1が第1の真空槽5でランプ加熱を受けている。従って、当然のことであるが、校正時に得られた情報は1回ストアされ、順次各ウエハ1に合わせて利用される。このようなウエハ1の順番を司る機能を持った機能ブロックについては、特に図示していない。

【0058】第1の真空槽5で所定の温度（本実施例では350℃）に加熱されたウエハ1は、図示しない搬送手段によって第2の真空槽13に搬入される。この真空槽13では、スパッタ電極14によってウエハ1の表面にA1膜が形成される。この真空槽13には、ウエハ1

の裏面側に第2の赤外線放射温度計15が設置されている。

【0059】ウエハ1の表面にA1膜が形成され始めると赤外線の放射特性が成膜前とは異なってくる。この放射特性の変化を予め見込んだ赤外線放射率の値を得るために、校正時にA1膜を模した鏡面の反射体4を使用したのである。

【0060】従って、成膜が開始されると、ウエハ1の表面に反射体4と等価な反射体(A1膜)が形成され、ウエハ1の裏面に設置された第2の赤外線放射温度計15による正確な温度測定が可能となる。具体的には、第2の赤外線放射温度計15に対し、校正時に得た放射率の値をウエハ1の放射率として設定すればよいのである。

【0061】第1の赤外線放射温度計3からの出力を受けた放射率演算回路8は、ウエハ1の放射率を出力する。この出力は、第2の赤外線放射温度計15の制御機構16に供給され、前述した放射率の設定が自動的に行われる。この場合においても、放射率の測定を行う時と、この放射率を用いて温度測定を行う時とでは時間がずれているので、制御機構16は、順次放射率を使用していく機構を備えている必要がある。

【0062】図1中の比較機構17は、ランプヒータ制御電源9に設定された加熱目標温度と、第2の赤外線放射温度計15および制御機構16によって知り得たウエハ1の温度とを比較し、両者の関係が合理的な許容範囲内にあるか否かを比較判定する。

【0063】より具体的に説明すると、ウエハ1は、第1の真空槽5内でランプヒータ6によって加熱された後、第2の真空槽13に搬入されてスパッタ成膜を受ける。この間、ウエハ1は真空中に置かれるので、その温度は放射冷却によって次第に低下していく。この放冷の速さは、ウエハ1の搬送時間に比べて緩やかであるため、成膜を開始する時点すなわち第2の赤外線放射温度計15によって、温度測定を開始する時点でのウエハ1の温度を搬送に要した時間から予想することができる。

【0064】図3は、実験的に求めた放冷曲線である。放冷は、当然のことながらウエハ1の赤外線放射率に影響されるので、異なった放射率を持つウエハ1毎に放冷曲線を求める必要がある。しかしながら、ここで用いた赤外線放射率は、ウエハ1の裏面側から測定したものであって、ウエハ1の表面からの放冷については考慮されていない。また、放冷曲線は、周囲環境温度によっても大きく左右されるので、図3の関係も実験的に定める必要がある。

【0065】比較機構17は、図3のデータを内部に持っており、放射率演算回路8からの放射率、ランプヒータ制御電源9に設定された加熱目標温度およびウエハ1を搬送するのに要する時間から、第2の赤外線放射温度計15によって温度測定を開始する時点でのウエハ1の

温度を予想し、実際に赤外線放射温度計15によって得た温度との比較を行い、両者が合理的な許容範囲内であれば、加熱操作が適正に行われたものと見做す。

【0066】逆に、合理的な範囲を逸脱した場合は、赤外線放射温度計3、15の不調、ランプヒータ6の不調あるいは成膜材料であるA1粒子が所望する部分以外に回り込むことによって生じる観察窓の汚れ等の不具合が発生した可能性があるので、表示装置18によって警報を発し、装置の操作者に注意を喚起する。

【0067】このようにして、適正な温度でA1膜が形成されたウエハ1は、取り出し用の真空槽である第3の真空槽19を通じて大気中に搬出される。

【0068】

【実施例2】図4は、本発明の実施例2である真空処理装置の構成図である。

【0069】本実施例は、隣り合う2つの真空槽42、44のそれぞれに赤外線放射温度計45、48を設置した場合である。ウエハ1は、図示しない搬送手段によって第1の真空槽42に搬入されてランプ加熱を受け、次に、図示しない搬送手段によって第2の真空槽44に搬入され、スパッタ成膜(本実施例ではA1膜)を受ける。

【0070】ウエハ1は、第2の真空槽44に搬入される前に、第1の真空槽42に設置された赤外線放射温度計45および鏡面の反射体46によってその温度が測定される。この反射体46は、温度測定時のみにウエハ1の表面上に挿入され、それ以外の時は、ランプヒータ43による加熱の妨げとならない場所に退避できる機構を有している。

【0071】ウエハ1を第1の真空槽42から第2の真空槽44へ搬入するのに要する時間( $t$ )は、予めほぼ定まっており、またこの搬送中のウエハ1の放冷による温度降下については、図5に示すようなデータを予め用意することによって、第2の真空槽44に搬入された時のウエハ1の温度を算定できるようにする。

【0072】図4に示すように、第1の真空槽42に設置された第1の赤外線放射温度計45の出力は、放冷温度計算機構47に加えられる。第2の真空槽44では、スパッタ成膜が行われるので、前述のように観測用の窓材が汚れる可能性がある。ウエハ1が第2の真空槽44に搬入されると直ちに成膜が開始され、ウエハ1の裏面から観測を行うように配置された第2の赤外線放射温度計48によって、成膜中のウエハ1の温度が測定される。

【0073】この時、ウエハ1が第2の真空槽44に到着してからスパッタ成膜を受け始めるまでに要した時間( $t$ )が放冷温度計算機構47に与えられ、前記図5に示したデータを利用して放冷によるウエハ1の降下温度( $\Delta T$ )が算出される。放冷温度計算機構47から出力されたこの降下温度( $\Delta T$ )と、第2の真空槽44に設



置された第2の赤外線放射温度計48からの出力とは、温度比較判定機構50に加えられる。

【0074】温度比較判定機構50は、両者の数値が予め与えられた許容範囲内にある時は2つの赤外線放射温度計45、48の動作が正常であると判定し、許容範囲を超えた時は、2つの赤外線放射温度計45、48のいずれか一方に不具合が発生した旨の情報を表示装置51に表示させ、予め定めた方法で装置の操作者に知らせる。

【0075】また、本真空処理装置の上位の制御装置（図示せず）に当該情報を出力し、真空処理装置内でのウェハ1の処理を直ちに停止させることは容易に可能である。

【0076】また、この情報に基づいて上位の制御装置に本真空処理装置の不具合の診断をさせることも可能である。

【0077】

【実施例3】図6は、本発明の実施例3である真空処理装置の構成図である。

【0078】本実施例は、真空処理を行う3つの真空槽61、62、63を備えた場合である。これらの真空槽61～63は、各真空槽61～63にウェハ1を搬送するためのハンドリングロボット機構64を中央に設置した真空搬送室65によって互いに連結されている。

【0079】真空槽61は、スパッタエッチングを行うためのもので、温度計は設置されていない。真空槽62、63は、それぞれスパッタ成膜を行うためのもので、それぞれ赤外線放射温度計67、68が設置されている。また、真空搬送室65にも赤外線放射温度計66が設置されている。

【0080】ウェハ1は、まずハンドリングロボット機構64によってロードロック真空槽60から真空槽61に搬送され、ここでスパッタエッチングを受けた後、真空槽62でTiWのスパッタ成膜を受け、さらに真空槽63でAlのスパッタ成膜を受ける。

【0081】ウェハ1は、ハンドリングロボット機構64によって真空槽61、62、63に順次搬送される。この際、ウェハ1は、真空搬送室65に設置された赤外線放射温度計66の設置場所（温度測定位置）に搬送され、その温度が測定される。

【0082】そして、各真空槽62、63の赤外線放射温度計67、68で今一度その温度が測定される。

【0083】これらの搬送に要する時間（正確には、真空槽62、63内でスパッタ成膜を受け始めるまでの時間）と、真空搬送室65の赤外線放射温度計66によって測定された温度とからウェハ1の温度が算定され、これと真空槽62、63内でそれぞれ測定された温度とが温度比較判定機構69に伝達され、各赤外線放射温度計66、67、68の正常動作が判定される。この判定は、表示装置70に伝達され、異常がある場合には、装

置の操作者にその旨が知らされる。

【0084】

【実施例4】図7は、本発明の実施例4である真空処理装置の構成図である。

【0085】本実施例は、真空処理を行う5つの真空槽71、72、73、74、75を備えた場合である。真空槽71、72は、各真空槽71、72にウェハ1を搬送するためのハンドリングロボット機構76を中央に設置した真空搬送室78によって互いに連結されている。

【0086】また、真空槽73～75は、各真空槽73～75にウェハ1を搬送するためのハンドリングロボット機構77を中央に設置した真空搬送室79によって互いに連結されている。さらに、真空搬送室78、79は、真空槽80を介して互いに連結されており、ウェハ1は、ハンドリングロボット機構76、77により、真空槽80を介して2つの真空搬送室78、79の間を自由に行き来できるようになっている。

【0087】真空槽71はランプ加熱を行うためのものであり、真空槽72はスパッタエッチングを行うためのものであり、真空槽73～75は、それぞれスパッタ成膜を行うためのものである。本実施例では、真空搬送室78、79にそれぞれ赤外線放射温度計81、82が設置されているが、真空槽71～75にはいずれも設置されていない。

【0088】ウェハ1は、まずハンドリングロボット機構76によってロードロック真空槽60から真空槽71に搬送され、ここでランプ加熱によるベーキングを受け、真空槽72でスパッタエッチングを受け、真空槽73でTiWのスパッタ成膜を受け、真空槽74でAlのスパッタ成膜を受け、さらに真空槽75でTiWのスパッタ成膜を受ける。

【0089】ウェハ1は、ハンドリングロボット機構76、77によって真空槽71～75に順次搬送される。この際、ウェハ1は、真空搬送室78、79にそれぞれ設置された赤外線放射温度計81、82の設置場所（温度測定位置）に搬送され、その温度が測定される。

【0090】そして、これらの搬送に要する時間（正確には、真空槽71～75内でランプ加熱やスパッタ成膜を受け始めるまで、あるいはこれらの真空処理が終了してから赤外線放射温度計81、82の設置場所に移動するまでの所要時間）と、赤外線放射温度計81、82によって測定された温度とから、（図示しない放冷温度計算機構から得られるウェハ1の温度の放冷データを考慮に入れた上で）各真空処理時のウェハ1の温度が算定される。

【0091】この際、真空搬送室78、79の赤外線放射温度計81、82でそれぞれ測定された温度が温度比較判定機構83に伝達され、（真空搬送室78、79の温度測定位置間の搬送時間を考慮に入れた上で）各赤外線放射温度計81、82の正常動作が判定される。この

判定は、表示装置 84 に伝達され、異常がある場合には、要置の操作者にその旨が知らされる。

【0092】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0093】例えば前記実施例 4 では、いずれの真空槽にも赤外線放射温度計を設置しなかったが、前記実施例 3 のように、真空槽にも赤外線放射温度計を設置することも可能である。

【0094】前記各実施例では、真空処理装置として、スパッタリング装置を例にとって説明したが、これに限定されるものではなく、ウエハ等の基体の温度を高精度に制御する必要のある真空処理装置、例えば CVD 装置、真空蒸着装置、拡散アニール装置、エッチング装置等に広く適用することができる。

【0095】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0096】本発明によれば、真空中の基体の温度を測定する赤外線放射温度計の正常動作を常に確認することによって、赤外線放射温度計の指示の異常を早期に発見することができるので、真空処理装置の動作信頼性を大幅に向上させることができ、これにより、半導体装置等の電子部品の品質、製造歩留りを向上させることができる。

【0097】また、本発明のさらなる効果として生産性の向上が挙げられる。以下、その説明を行う。

【0098】ランプヒータに何ら制御を行わない従来技術では、成膜開始時点のウエハ温度を一定にするために、第 1 の真空槽でランプ加熱を行った後、第 2 の真空槽でウエハを一定の温度に落ち着くまで十分な時間をかけて放冷していた。

【0099】すなわち、ウエハは水分除去のために十分な時間ランプ加熱を受ける必要があるが、前述のように、ウエハはその表面に形成された薄膜の特性等によって加熱特性が大幅に異なってくる。しかし、十分な時間をかけて自然放冷を行えば、どのウエハも放冷後の温度は漸近するため、温度を一定にするという目的は達成できる。ところが、この自然放冷を行うことによって生産性が低下するという問題が生じる。

【0100】本発明の実施例 1 による真空処理装置では、第 2 の真空槽に搬入された時点でのウエハ温度が一定化されているため、前述したような自然放冷のための待ち時間が不要となり、生産性を大幅に向上させることができる。

【0101】また、第 2 の真空槽での成膜温度が第 1 の真空槽での加熱温度よりもかなり高い場合であっても、本発明では加熱後直ちに成膜を行うので、余分な加熱を

行う必要はない。

【0102】また、自然放冷のための待ち時間を必要とする従来技術では、ウエハをいったん非常に高い温度に加熱する必要があるが、この加熱工程に制御性がないため、ウエハにダメージを与える可能性がある。そのため、成膜開始温度を高く設定することができない等、プロセス上の要求に答えられない場合が生じる可能性もある。本発明によれば、このような問題も解消することができる。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 である真空処理装置の構成図である。

【図 2】ウエハの赤外線放射率とランプヒータの加熱時間との関係を実験的に測定したグラフ図である。

【図 3】ウエハの搬送時間と温度との関係を実験的に測定したグラフ図である。

【図 4】本発明の実施例 2 である真空処理装置の構成図である。

20 【図 5】ウエハの放冷時間と温度との関係を実験的に測定したグラフ図である。

【図 6】本発明の実施例 3 である真空処理装置の構成図である。

【図 7】本発明の実施例 4 である真空処理装置の構成図である。

#### 【符号の説明】

- 1 ウエハ
- 2 加熱ステージ
- 3 赤外線放射温度計
- 4 反射体
- 5 真空槽
- 6 ランプヒータ
- 7 反射体
- 8 放射率演算回路
- 9 ランプヒータ制御電源
- 13 真空槽
- 14 スパッタ電極
- 15 赤外線放射温度計
- 16 制御機構
- 17 比較機構
- 18 表示装置
- 19 真空槽
- 42 真空槽
- 43 ランプヒータ
- 44 真空槽
- 45 赤外線放射温度計
- 46 反射体
- 47 放冷温度計算機構
- 48 赤外線放射温度計
- 50 温度比較判定機構
- 51 表示装置

(9)

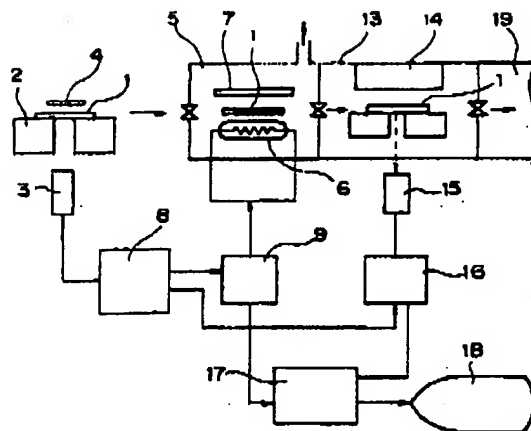
特開平6-158314

15

- 60 ロードロック真空槽
- 61 真空槽
- 62 真空槽
- 63 真空槽
- 64 ハンドリングロボット機構
- 65 真空搬送室
- 66 赤外線放射温度計
- 67 赤外線放射温度計
- 68 赤外線放射温度計
- 69 温度比較判定機構
- 70 表示装置
- 71 真空槽
- 72 真空槽

【図1】

図1



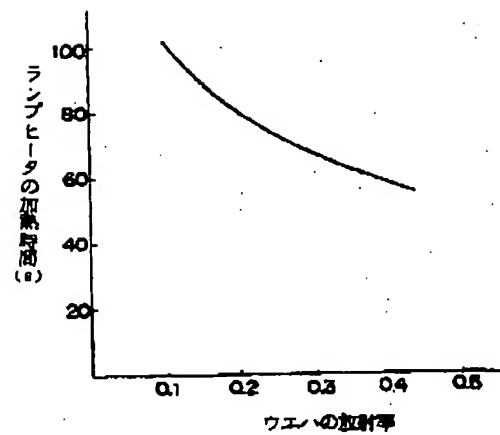
- 1: ウエハ
- 2: 加熱ステージ
- 3: 赤外線放射温度計
- 4: ランプヒータ
- 5: ランプヒータ制御電源
- 6: 赤外線放射温度計
- 7: 比較機構
- 8: 赤外線放射温度計
- 9: 制御機構
- 10: 比較機構
- 11: 表示装置
- 12: 真空槽
- 13: 真空槽
- 14: 真空槽
- 15: 真空搬送室
- 16: 赤外線放射温度計
- 17: 温度比較判定機構
- 18: 表示装置
- 19: 真空槽

16

- 73 真空槽
- 74 真空槽
- 75 真空槽
- 76 ハンドリングロボット機構
- 77 ハンドリングロボット機構
- 78 真空搬送室
- 79 真空搬送室
- 80 真空槽
- 81 赤外線放射温度計
- 82 赤外線放射温度計
- 83 温度比較判定機構
- 84 表示装置

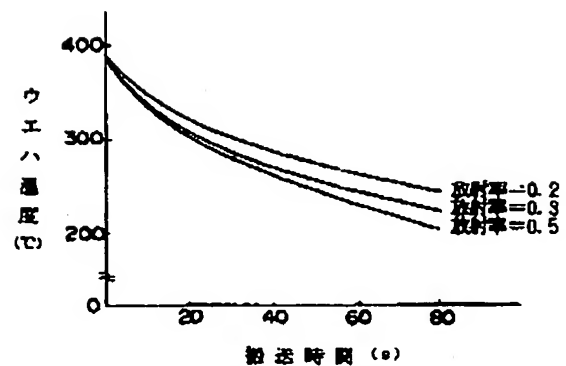
【図2】

図2



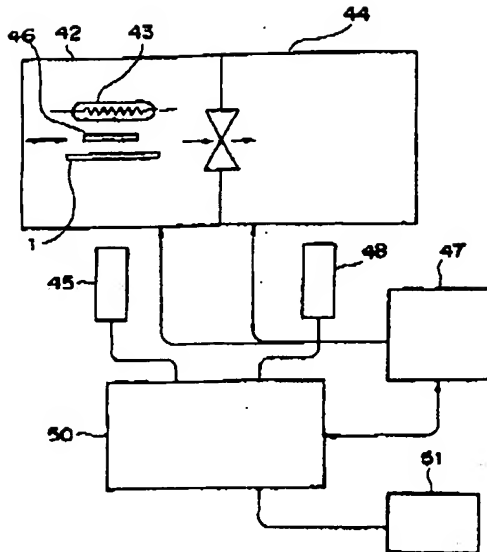
【図3】

図3



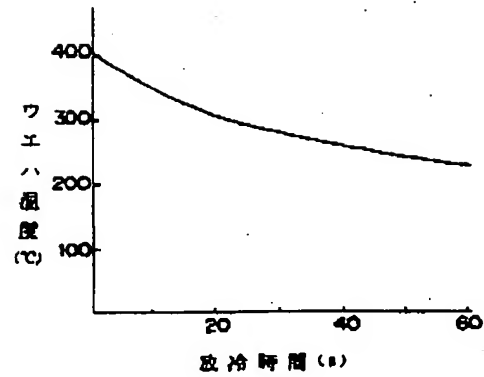
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5

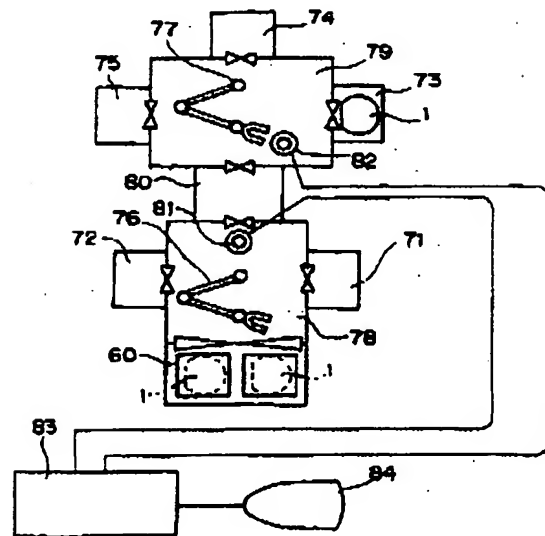
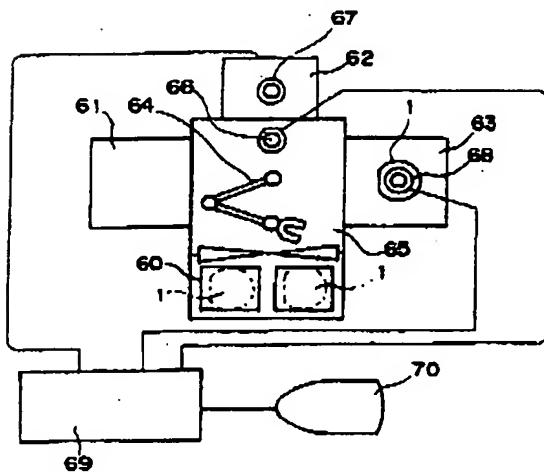


【図 7】

図 7

【図 6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 谷垣 幸男  
東京都小平市上水本町 5 丁目 20 番 1 号 株  
式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 小林 秀  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番 地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(11)

特開平 6 - 1 5 8 3 1 4

(72)発明者 島村 英明  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 米岡 雄二  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 岡本 明  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内